



Aquiles

Revolucionando la movilidad humana

Título del proyecto:

El título del proyecto es “Aquiles”, esté siendo el nombre del guerrero troyano de la mitología griega, cuyo punto débil era su talón, es un nombre que evoca fuerza, movimiento y superación, lo que encaja con nuestro objetivo de realizar un exoesqueleto de asistencia motora.

Integrantes:

Integrantes:

- CASTILLO, Misael
- ISOLA , Juan Cruz
- LIN, Rodrigo Alexis
- MONTILLA , Juan Ignacio
- TRILLO, Mauricio Contardi
- ZACARÍAS, Santiago Alberto

Objetivo del proyecto

Proyecto AQUILES – Revolucionando la Movilidad Humana

El Proyecto AQUILES nace con una visión clara: devolver la independencia y mejorar la calidad de vida de quienes enfrentan dificultades motrices. Se trata de un exoesqueleto de asistencia motora diseñado para potenciar la movilidad, reducir el esfuerzo físico y abrir nuevas oportunidades a personas con discapacidad o debilidad muscular.

AQUILES no es solo una herramienta de asistencia, sino un puente hacia una vida más autónoma. Gracias a su inteligencia artificial integrada, el exoesqueleto aprende y se adapta de manera continua a los movimientos y necesidades del usuario, ofreciendo un soporte dinámico y personalizado que mejora con el tiempo. Los actuadores de alta precisión y los sensores avanzados permiten que el sistema ajuste su funcionamiento en tiempo real, optimizando la experiencia de uso.

Su diseño minimalista y ergonómico garantiza comodidad, eficiencia y facilidad de uso. Fabricado con materiales ligeros y resistentes, AQUILES permite un uso prolongado sin afectar la movilidad natural del usuario, integrándose de manera intuitiva en su vida diaria.

Además de su función en la rehabilitación y la movilidad asistida, AQUILES también puede ser utilizado en el ámbito fitness. Equipado con un contador de calorías quemadas, medición de pulso a través de la arteria femoral y un sistema para calcular el tiempo de carrera, este exoesqueleto se convierte en una herramienta multifuncional que mejora la salud y el rendimiento físico.

AQUILES cuenta con una autonomía de 45 minutos, gracias a un sistema de baterías intercambiables, ligeras y prácticas. Estas baterías son lo suficientemente compactas para que el usuario pueda llevarlas cómodamente en su bolsillo y reemplazarlas fácilmente cuando sea necesario, sin complicaciones.

Más que un dispositivo, AQUILES representa un avance tecnológico que redefine los límites de la movilidad asistida. Con su enfoque innovador, no solo facilita la rehabilitación y el desplazamiento, sino que también ofrece una alternativa accesible y eficiente frente a soluciones convencionales.

Utilidades del proyecto:

Aplicaciones del Proyecto AQUILES

AQUILES es un exoesqueleto de asistencia motora diseñado para reducir la fatiga, mejorar la estabilidad y brindar mayor autonomía a quienes presentan dificultades motrices. Su diseño ergonómico y su sistema de asistencia inteligente permiten a los usuarios desplazarse con seguridad y comodidad, impactando positivamente en su calidad de vida.

A continuación, se presentan sus principales aplicaciones:

1. Asistencia para Personas con Dificultades Motrices

Personas con Debilidad Muscular o Problemas de Movilidad

AQUILES está diseñado para personas que pueden caminar pero experimentan fatiga o debilidad debido a condiciones médicas como:

- Sarcopenia (pérdida de masa muscular con la edad)

- Artritis
- Enfermedades neurodegenerativas leves (como Parkinson en etapa temprana)
- Lesiones en las extremidades inferiores en proceso de recuperación

Beneficio: Reduce la carga sobre las piernas, facilitando el desplazamiento y evitando el agotamiento.

Personas Mayores

El envejecimiento conlleva una reducción natural de la fuerza muscular y el equilibrio, lo que puede dificultar actividades diarias como caminar, subir escaleras o mantenerse de pie por períodos prolongados.

Beneficio: AQUILES brinda soporte y asistencia en cada paso, reduciendo el esfuerzo y el riesgo de caídas.

Personas con Sobrepeso o Altas

Las personas con un peso corporal elevado o de gran altura deben soportar mayor carga en sus articulaciones, lo que a largo plazo puede generar desgaste en las rodillas y fatiga muscular.

Beneficio: AQUILES disminuye el esfuerzo al caminar, reduciendo la presión sobre las articulaciones y mejorando la movilidad sin generar desgaste prematuro.

2. Rehabilitación Física

El exoesqueleto no solo ofrece asistencia para caminar, sino que también puede utilizarse en procesos de rehabilitación para personas que han sufrido lesiones o cirugías en las piernas.

AQUILES incorpora un botón de ajuste del nivel de asistencia, el cual está integrado en una aplicación móvil con una barra deslizante. Esto permite que el usuario o un médico fisioterapeuta regule progresivamente la cantidad de asistencia, favoreciendo una recuperación más efectiva al aumentar el esfuerzo muscular de manera gradual.

Beneficio: Permite fortalecer los músculos y mejorar la movilidad de forma controlada y personalizada según la evolución del paciente.

3. Mejora del Rendimiento Deportivo y Fitness

AQUILES puede utilizarse como una herramienta de entrenamiento, ayudando a deportistas y entusiastas del fitness a optimizar su rendimiento y resistencia muscular.

Incluye un contador de calorías quemadas y un sensor de pulso cardíaco en la arteria femoral, lo que permite monitorear el esfuerzo físico en tiempo real.

Beneficio: Optimiza la actividad física al proporcionar asistencia cuando es necesario y permitiendo evaluar el progreso del usuario.

Conclusión

AQUILES representa una solución versátil y accesible para múltiples escenarios, mejorando la calidad de vida de las personas y optimizando la movilidad asistida en distintos ámbitos. Desde la asistencia en la vida diaria hasta la rehabilitación y el fitness, su impacto puede revolucionar la forma en que enfrentamos las limitaciones físicas y el esfuerzo corporal.

Descripción del funcionamiento:

AQUILES es un exoesqueleto motorizado diseñado para asistir la movilidad de personas con discapacidad o debilidad muscular, integrando sensores avanzados, motores brushless y una inteligencia artificial adaptable.

El sistema de AQUILES utiliza giroscopios y acelerómetros para capturar la inclinación, velocidad y aceleración de las piernas, lo que permite detectar la intención de movimiento del usuario y ajustar la asistencia en tiempo real. Los encoders, acoplados a los motores en las caderas, miden el ángulo de las articulaciones. Esto permite detectar variaciones angulares cuando el usuario mueve las piernas. Por ejemplo, si los dos encoders están a 90 grados, significa que el usuario está parado, lo que ayuda a anticipar el momento exacto para activar el motor y asistir al movimiento.

La información de los sensores es procesada por una inteligencia artificial integrada, que ajusta la asistencia motriz según el equilibrio, la velocidad y el esfuerzo del usuario. Además, la IA aprende con el tiempo, optimizando la respuesta según los patrones de movimiento del usuario.

AQUILES emplea dos motores brushless de 400KV ubicados a la altura de las caderas, uno en cada pierna. Estos motores son los encargados de generar el torque necesario para asistir al movimiento del usuario, activándose solo cuando es necesario. Los motores no están en funcionamiento constante, sino que se activan de manera controlada en función de los datos de los sensores y encoders, asegurando que la asistencia sea eficiente y sin interferir con el movimiento natural del usuario.

El sistema de alimentación está basado en una batería LiPo de 5000mAh, 11.1V y 55.5Wh, la cual alimenta ambos motores. Esta batería es fácilmente intercambiable, permitiendo al usuario cambiarla de forma rápida cuando sea necesario, sin interrumpir su actividad. Además, la batería es compacta y ligera, para no afectar la movilidad del usuario.

AQUILES también cuenta con un botón de encendido en la cadera que activa el sistema al ajustarlo con correas ergonómicas en la cintura y las piernas. Incluye una aplicación móvil que permite personalizar el nivel de asistencia mediante una barra deslizante, brindando la capacidad de ajustar el esfuerzo requerido. La aplicación también ofrece monitoreo en tiempo real de métricas como la distancia recorrida, el estado de la batería, el nivel de asistencia y la actividad física, además de registrar datos de salud como el pulso femoral y el contador de calorías, útil para la rehabilitación o el entrenamiento físico.

Este sistema integral permite que AQUILES proporcione asistencia precisa y eficiente, mejorando la movilidad del usuario sin restringir su movimiento natural.

Análisis de factibilidad:

Análisis de Factibilidad del Proyecto AQUILES

Objetivo del Proyecto:

AQUILES es un exoesqueleto de asistencia motora diseñado para mejorar la movilidad, reducir el esfuerzo físico y brindar una alternativa a personas con debilidad muscular o discapacidad. Además de su uso en rehabilitación, también es una herramienta multifuncional apta para el ámbito fitness, gracias a su sistema de medición de calorías quemadas, medición del pulso y cálculo del tiempo de carrera.

Tareas y Responsabilidades del Equipo:

1. Misael Castillo

- **Diseño de Software:**

- *Problema 1:* Desarrollo del algoritmo para la detección de caminata utilizando TensorFlow. Este algoritmo debe ser capaz de interpretar los movimientos del usuario y ajustar dinámicamente el funcionamiento del exoesqueleto. Se requiere contar con una PC con recursos suficientes para ejecutar Tensor Flow, además de herramientas específicas de software para el desarrollo.

- *Problema 2:* Diseño de la electrónica de potencia, específicamente los drivers de los motores y cargador de las baterías. La integración de estos componentes debe ser eficiente y segura. Se utilizarán PCs con software de diseño electrónico como KiCad para el diseño de los PCBs.

2. Rodrigo Lin

- **Programación de Microcontroladores:**

- *Problema 1:* Programar los microcontroladores que coordinarán los actuadores de alta precisión y los sensores avanzados del exoesqueleto. Se requiere una PC adecuada para la programación y simulación, además de herramientas como el entorno de desarrollo de microcontroladores.

- *Problema 2:* Integración del algoritmo de TensorFlow con los microcontroladores para que el exoesqueleto pueda aprender y adaptarse a los movimientos del usuario. Requiere conocimientos de programación en C y manejo de microcontroladores.

3. Juan Isola

- **Gestión de Marketing y Diseño Gráfico:**

- *Problema 1:* Crear contenido visual atractivo para promover el proyecto y explicar su funcionalidad. Esto incluye la creación de logos y material para redes sociales, lo que requiere habilidades de diseño gráfico y software de edición como Adobe Illustrator.

- *Problema 2:* Diseño y pruebas del sistema de interfaz del usuario para controlar el exoesqueleto, también se encargará de testear el algoritmo. La integración de este sistema con la app móvil requerirá tiempo de pruebas y ajustes.

4. Juan Montilla

- **Programación de la Aplicación Móvil:**

- *Problema 1:* Desarrollar una aplicación móvil para que los usuarios puedan controlar el exoesqueleto y monitorear el desempeño físico, incluyendo el contador de calorías quemadas, pulsaciones y tiempo de carrera. Requiere habilidades en desarrollo móvil (Flutter) y una PC adecuada para la programación y pruebas.

- *Problema 2:* Integración del hardware con la aplicación móvil, asegurando que la comunicación entre los dispositivos sea fluida. Esto incluye la creación de esquemáticos para el circuito impreso de la placa base.

5. Mauricio Trillo

- **Pintura, Ensamblaje y Fabricación de PCB:**

- *Problema 1:* Pintado de la estructura del exoesqueleto para asegurar durabilidad y un acabado estético. Esto requiere conocimiento en tipos de pintura resistentes a desgaste y factores ambientales.
- *Problema 2:* Ensamblaje físico del prototipo, asegurando que todos los componentes se monten correctamente y que el sistema funcione sin interferencias. Requiere herramientas de ensamblaje y pruebas de rendimiento.
- *Problema 3:* Fabricación de los circuitos impresos necesarios para la electrónica del exoesqueleto, asegurando que sean de alta calidad y funcionales. Esto requiere el uso de herramientas de fabricación de PCBs, soldadura, pruebas de continuidad y ensayos para garantizar su correcto desempeño.

6. Santiago Alberto Zacarias

• **Desarrollo de la Página Web y Algoritmo:**

- *Problema 1:* Desarrollo de la página web del proyecto, para mostrar la información y promocionar AQUILES. Requiere habilidades en programación web, diseño y experiencia del usuario. Las herramientas necesarias incluyen editores de código, servidores web y alojamiento.
- *Problema 2:* Desarrollo y testing del algoritmo de TensorFlow en combinación con el hardware. Este proceso puede presentar desafíos en la optimización del rendimiento en tiempo real, lo que requerirá ajustes tanto en software como en hardware.

Análisis de Problemas y Soluciones:

• **Problemas de Hardware y Electrónica:**

- *Solución:* Todos los componentes serán testeados previamente en prototipos de prueba, utilizando software de simulación electrónica (como LTspice) y herramientas de diseño como KiCad. Los recursos del laboratorio y las PCs disponibles permitirán realizar pruebas exhaustivas para garantizar el rendimiento de la electrónica de potencia y los microcontroladores.

• **Problemas de Comunicación entre Hardware y Software:**

- *Solución:* Los programadores, como Rodrigo Lin y Juan Montilla, trabajarán en estrecha colaboración para asegurar la correcta integración entre la aplicación móvil, el algoritmo de TensorFlow y los microcontroladores del exoesqueleto. Además, se utilizarán técnicas de prueba y error en el desarrollo para identificar y solucionar posibles fallos.

• **Problemas de Diseño y Ergonomía:**

- *Solución:* La estructura y el diseño ergonómico se realizan en conjunto entre los miembros del equipo responsables del diseño 3D y las pruebas

físicas. La optimización de la comodidad y la facilidad de uso del exoesqueleto será clave para garantizar su funcionalidad y aceptación por parte de los usuarios.

Conclusión:

El proyecto AQUILES tiene un enfoque innovador y está respaldado por un equipo con habilidades complementarias que cubrirán todas las áreas necesarias para su desarrollo. Con los recursos tecnológicos y humanos a disposición, se cuenta con la capacidad para superar los retos que puedan surgir durante la ejecución del proyecto. Además, se garantiza la calidad del producto final gracias a la planificación detallada y la distribución equitativa de las tareas.

Este análisis asegura que cada miembro del equipo comprende su rol y los posibles desafíos, mientras que también se garantiza el uso adecuado de los recursos disponibles.

Costo del proyecto:

Componentes:

(PRECIO UNITARIO)

- 1 Baterías LiPo (56 USD): [Link Producto](#)
- 3 Acelerómetros (5.45USD): [Link Producto](#)
- 2 encoders (2 USD): [Link Producto](#)
- Filamento PLA (16 USD): [Link Producto](#)
- 2 Motores Brushless (46 USD): [Link Producto](#)
- 1 Sensor de pulso cardíaco(6.28USD): [Link Producto](#)
- Aerosol Blanco(15USD): [Link Producto](#)
- Lija 800(2 USD): [Link Producto](#)
- Raspberry Pi 4 (85 USD): [Link Producto](#)
- Driver motor brushless ESC(42 USD): [Link Producto](#)
- Cargador batería de litio(33 USD): [Link Producto](#)
- 2 Pulsador (1 USD): [Link Producto](#)
- 2 Cintas de cuero (9 USD): [Link Producto](#)
- ESP32 C3 mini (5 USD):
- MAX 17043 (4 USD): [Link Producto](#)

Costo total del proyecto: **382,63 USD**

Análisis de costo/beneficio:

Análisis de Mercado para el Proyecto AQUILES

El Proyecto AQUILES nace con la visión de mejorar la calidad de vida de las personas con dificultades motrices, con un enfoque particular en aquellos que, debido a su altura, peso o edad avanzada, enfrentan una sobrecarga física al caminar. A través de su diseño innovador y la integración de inteligencia artificial, AQUILES reduce la fatiga del usuario y optimiza el esfuerzo físico durante la marcha, proporcionando un soporte dinámico y personalizado. Este exoesqueleto no solo es una herramienta de asistencia, sino una solución integral para promover la independencia y mejorar la movilidad de sus usuarios.

El costo de desarrollo estimado del proyecto es de **382,63 USD**, lo que lo convierte en una alternativa mucho más accesible en comparación con otras soluciones tecnológicas más caras y complejas en el mercado. A pesar de este bajo costo, AQUILES ofrece grandes beneficios en términos de calidad de vida, especialmente para personas con dificultades motoras, ya sea por sobrecarga de peso, lesiones, o por el simple envejecimiento.

Aplicación en Personas Mayores

Una de las problemáticas más comunes en personas mayores es la dificultad para caminar debido a la disminución de la masa muscular, las articulaciones deterioradas y los problemas de equilibrio. El envejecimiento produce una pérdida de fuerza y resistencia que afecta directamente la movilidad de los adultos mayores, haciendo que caminar largas distancias o incluso realizar tareas cotidianas sea un desafío. AQUILES, al ofrecer asistencia motora, puede aliviar esta carga, proporcionando un soporte adicional durante la marcha y reduciendo la fatiga muscular, lo cual es esencial para mejorar la movilidad en la tercera edad.

El dispositivo es especialmente útil para personas mayores que sufren de dolor en las articulaciones o fatiga crónica, condiciones comunes asociadas con enfermedades como la artritis o problemas de movilidad. Al reducir la carga que deben soportar al caminar, AQUILES mejora su capacidad para realizar actividades diarias, promoviendo una vida más autónoma. Además, la tecnología integrada, como la medición del pulso y las calorías quemadas, permite un monitoreo de la salud en tiempo real, lo cual es fundamental para las personas mayores que necesitan controlar su bienestar físico.

Personas con Sobrepeso o Altura Excesiva

Otro grupo que se beneficiaría enormemente de AQUILES son las personas con sobrepeso o aquellas de gran estatura. El exceso de peso corporal genera un esfuerzo adicional durante la caminata, lo que puede llevar a una mayor fatiga y dolor en las articulaciones. AQUILES ayuda a aligerar parte de ese peso, reduciendo la carga que los usuarios deben soportar en cada paso, lo que les permite moverse con mayor facilidad y comodidad. De esta forma, las personas con sobrepeso o alta estatura pueden experimentar una reducción en la fatiga, mejorando su calidad de vida y su capacidad para realizar actividades cotidianas.

La sobrecarga que enfrentan estas personas no solo afecta su capacidad para caminar, sino también su bienestar general. El uso de AQUILES puede mitigar este problema, ya que ofrece un soporte adicional para aliviar la tensión en las articulaciones y

músculos, lo que a su vez mejora su salud física y reduce los riesgos asociados con la obesidad y otras condiciones relacionadas.

Rehabilitación Médica y Ajuste de Asistencia

Una característica clave de AQUILES es la posibilidad de ajustar el nivel de asistencia. Esta scrollbar en la aplicación permite al usuario o al médico modificar el grado de soporte que el exoesqueleto proporciona durante la marcha, lo que tiene un gran valor en el proceso de rehabilitación. En los pacientes que están en recuperación de una lesión o cirugía, el ajuste progresivo de la asistencia permite realizar un trabajo más gradual, de manera que el dispositivo proporcione menos ayuda con el tiempo. Esto ayuda a fortalecer los músculos y mejorar la movilidad de forma controlada y adaptada a las necesidades del usuario.

Para los médicos, este ajuste es una herramienta poderosa, ya que permite personalizar el nivel de esfuerzo que el paciente debe realizar según su estado de salud y su progreso en la rehabilitación. A medida que los músculos se fortalecen, la asistencia proporcionada por AQUILES puede reducirse progresivamente, permitiendo que el paciente recupere su autonomía y resistencia física de manera más eficiente. Además, el usuario puede ajustar la asistencia según su propio ritmo, lo que lo convierte en un dispositivo muy flexible tanto para usuarios en rehabilitación como para aquellos que solo buscan apoyo para caminar.

Este enfoque personalizado de la asistencia también abre nuevas posibilidades para la integración de AQUILES en programas de rehabilitación médica, donde los profesionales de la salud pueden monitorear el progreso de los pacientes y ajustar el dispositivo según sea necesario para optimizar los resultados.

Viabilidad Económica y Justificación

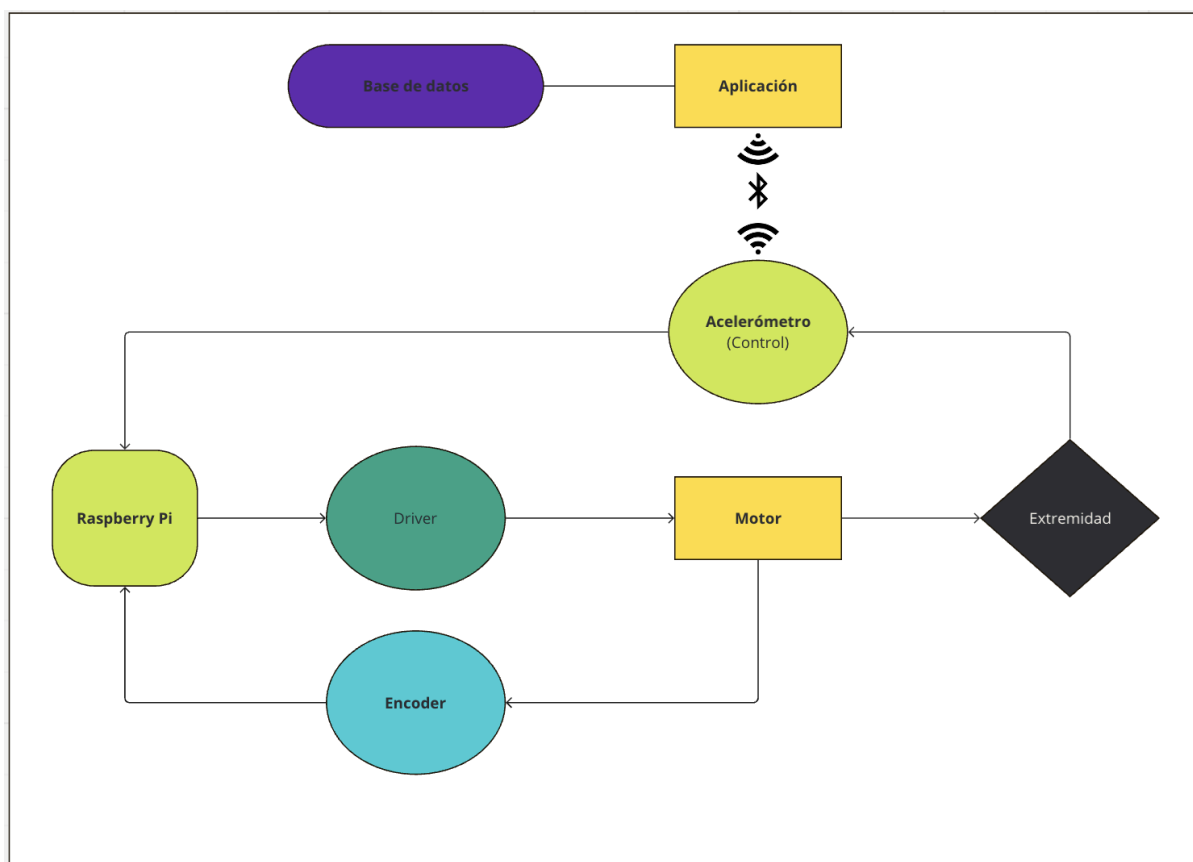
El proyecto AQUILES se encuentra dentro de un presupuesto de **382,63 USD**, lo cual es una cifra accesible y justificada por los beneficios que ofrece. En comparación con otras soluciones en el mercado, AQUILES representa una opción mucho más asequible y eficiente, lo que aumenta su accesibilidad para una mayor cantidad de usuarios. Además, el bajo costo de los componentes y la posibilidad de replicar el modelo a gran escala favorece su adopción por una amplia variedad de instituciones y personas.

Este exoesqueleto no solo tiene aplicaciones en el ámbito de la salud, sino que también puede ser utilizado en el ámbito deportivo y de fitness, lo que amplía su mercado potencial. Las personas que sufren de sobrecarga física, dolor muscular crónico o problemas relacionados con la edad pueden encontrar en AQUILES una herramienta útil y transformadora. La capacidad de adaptarse a diferentes necesidades, junto con su diseño ligero y ergonómico, hace que sea una solución atractiva tanto para instituciones de salud como para individuos que buscan recuperar o mantener su movilidad.

Conclusión

AQUILES tiene un alto potencial para mejorar la calidad de vida de personas con diversas problemáticas físicas, especialmente aquellas relacionadas con la movilidad, la fatiga muscular, el envejecimiento y el sobrepeso. Con un costo accesible y un diseño eficiente, este proyecto tiene la capacidad de ser replicado a gran escala y adaptado a distintas necesidades. No solo beneficia a quienes enfrentan dificultades motoras, sino que también ofrece una alternativa innovadora y accesible frente a soluciones convencionales, mejorando así la autonomía y el bienestar de los usuarios. La viabilidad económica, junto con su alto impacto social, justifica completamente la financiación del proyecto y su implementación a mayor escala.

Diagrama en bloques del prototipo:



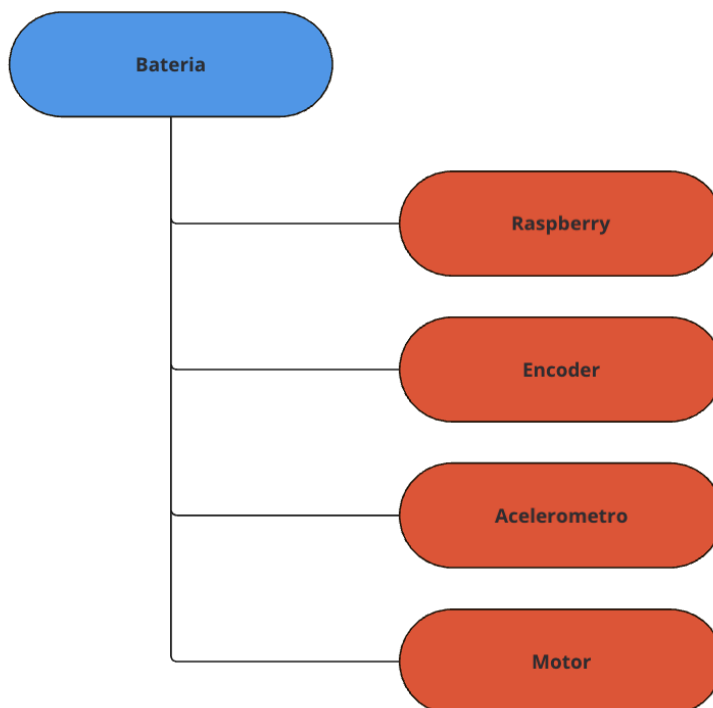


Diagrama de tiempo de desarrollo:

Actividad	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
Investigación	■							
Creacion de logos	■							
Manejo de redes sociales		■	■	■	■	■	■	■
Ensayos Mecanicos		■					■	■
Creación de esquematicos		■						
Ensayo de circuitos en Protoboard		■	■					
Programación del microcontroladores			■	■				
Prototipado Inicial (Multiperforada)			■	■				
Diseño de PCB				■	■			
Fabricación de PCB					■			
Encargo de fabricación de PCB					■			
Programación Web		■	■					
Creacion del algoritmo de Machine Learning					■			
Entrenamiento del algoritmo						■	■	
Programacion de la aplicacion móvil		■	■	■				
Modelado 3D del prototipo		■	■					
Terminacion y pintado de la estructura			■	■				
Ensayos						■	■	
Ensamblaje final							■	■
Reporte Final								■

Referencias conceptuales:

- [Best 5 exoskeletons 2023 Super Powers and Re-Walk](#)
- [Dnysys X1 Exoskeleton](#)
- [ResearchGate Honda Walking Device](#)